

環境適応ロボットシステム研究チーム

Environment Adaptive Robotic Systems Laboratory

チームリーダー 羅 志偉

LUO, Zhi-wei

当研究チームは、平成 13 年 10 月からスタートしたバイオ・ミメティックコントロール研究第 II 期として複雑な環境と相互作用を行う生物の高度、かつ柔軟な運動制御機能に注目し、バイオ・ミメティックな動的作業の実現を軸にして、作業環境に適応するロボットシステム、動的ネットワークロボティクス、および 3D ハイブリッド・リアリティシステムの研究を理論と実験の両面から推進する。

1. 生体運動系の環境適応機能（羅，三田，加藤，渡部）

生物は環境との相互作用を通じて筋骨格系ダイナミクスや複雑な運動計画を自己組織化し、高度な運動機能を形成して多様な作業を実現している。こうした生体の適応運動機能を解明するために、本年度はまず身体運動中における筋活動と関節可動域の精密な計測と解析から研究に着手した。まず、筋活動の計測について、従来の筋電（EMG）計測とは違って筋収縮時に発生する機械的な振動を測る筋音（MMG）測定方式を確立し、より微弱な筋活動（ $\sim 24\text{dB/oct}$ ）を計測可能となった。また身体運動の柔軟性に大きく関わる関節の可動域を計測し、成年健常者の加齢に伴う股関節可動域の低下や、関節可動域低下に起因する身体立位姿勢への影響を分析した。

2. 環境適応ロボットシステム（羅，小田島，山北，八木；細江（運動系システム制御理論研究チーム））

従来の規格化された生産現場で動作する産業用ロボットとは違って、これからのロボットはより自然な環境で柔軟に活動し、我々人間を直接に支えることが期待される。こうした目標に向けて、本年度は以下の研究を実施した。

まず、少数の教示データからロボット最適運動計画の空間汎化問題を研究し、非線形拡散方式で高速な汎化計算アルゴリズムを提案した。

次に、ロボットによる環境知覚行動を研究し、人の音声指令によるモジュール型多脚ロボットの多様な歩行教示および照明環境に適応するビジョントラッキングシステムを考察した。音声教示については、異なる音声特徴量に注目して HMM と RBF の 2 つの認識方式を並列に実行し、かつ人間との対話で認識信頼度を高め、また、認識結果の論理検証による人間誤教示の排除、音声の大きさと緊急事態を判断しロボットの安全性確保を試みた。また、視覚についてはアナログ・シリコン網膜を撮像素子とし、FPGA で照明条件に適応する感度調節アルゴリズムおよび運動物体のトラッキング制御を実現した。

さらに、ロボットの手・足の研究として、仮想インピーダンス制御による多本指ロボットハンドのプリシェーピング動作を実現し、未知環境拘束におけるロボットの適応受動速度場制御と仮想受動性に基づく二足ロボットの環境適

応歩行制御方式を提案した。

3. 3D ハイブリッド・リアリティシステム（羅，小田島）

情報科学や計算機技術の進歩と普及に伴って、多彩多様な実世界と人工的な計算機世界がより一層統合化の方向に向かいつつある。本研究は、従来のスーパーコンピュータでしかできなかった三次元視覚と音場空間を汎用 PC ネットワークで実現し、CG だけでなく、多自由度な力提示システムを介して人間と力学的に相互作用をしながら実時間で三次元動力学シミュレーションを行い、かつ実ロボットシステムを統合制御する 3D ハイブリッド・リアリティシステムを構築している。このようなシステムは人間と接触するロボットの研究開発にとって幅広い実験環境を提供できると考えられる。

Research Subjects and Members of Environment Adaptive Robotic Systems Laboratory

1. Adaptive Motor Control of Muscle-Skeletal System: Mechnomyography and Joint Mobility
2. Environment Adaptive Robotics
3. 3D Hybrid Reality System

Head

Dr. Zhi-wei LUO

Research Scientists

Dr. Tadashi ODASHIMA
Dr. Katsumi MITA*
Dr. Atsuo KATO*
Dr. Keiji WATANABE*
Dr. Masaki YAMAKITA*
Dr. Tetsuya YAGI*
(* part time)

Visiting Members and Postdoctoral Fellows

Dr. Yi HUANG (Jpn. Int. Sci. Technol. Exch. Cen.)

誌 上 発 表 Publications

[雑誌]

(原著論文) * 印は査読制度がある論文誌

Luo Z., Ando H., Hosoe S., Watanabe K., and Kato A.: "Spatial generalization of optimal control for robot manipulators", J. Rob. Mechatron. **13**, 533-539 (2001). *

平松誠治, 加藤厚生, 渡壁誠, 三田勝己: “幾何学的表記法による股・膝関節可動域の年齢変容の分析”, 電子情報通信学会論文誌 D-II 84, 2448-2455 (2001). *

[単行本・Proc.]

(その他)

Svinin M., Ohta K., Luo Z., and Hosoe S.: “Understanding of human movements in crank rotation”, Proc. 2001 IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, Maui, USA, 2001-10 ~ 11, IEEE, Piscataway, pp. 2105-2110 (2001).

太田憲, Svinin M., 羅志偉, 細江繁幸: “拘束条件下でのヒトの運動の最適軌道”, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門学術講演会 (SI2001) 講演論文集, 名古屋, 2001-12, 計測制御自動学会, 名古屋, pp. 69-70 (2001).

口 頭 発 表 Oral Presentations

(国際会議等)

Svinin M., Ohta K., Luo Z., and Hosoe S.: “Understanding of human movements in crank rotation”, 2001 IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, Maui, USA, Oct.-Nov. (2001).

(国内会議)

高橋拓生, 渡部慶二, 羅志偉, 遠藤茂: “LMI を使ったアクティブ・サスペンションのロバスト制御”, 計測自動制御学会東北支部第 197 回研究集会, 米沢, 10 月 (2001).

成田将一, 羅志偉, 渡部慶二, 遠藤茂: “インターネットを介した仮想認知環境の構築”, 計測自動制御学会東北支部第 197 回研究集会, 米沢, 10 月 (2001).

渡辺昭, 渡部慶二, 羅志偉, 遠藤茂: “ゲインスケジューリングによる非線形システムの制御”, 計測自動制御学会東北支部第 197 回研究集会, 米沢, 10 月 (2001).

滝川一, 羅志偉, 渡部慶二, 遠藤茂: “ネットワークを介した複数ロボットの協調制御”, 計測自動制御学会東北支部第 197 回研究集会, 米沢, 10 月 (2001).

齋藤陽平, 羅志偉, 渡部慶二, 遠藤茂: “ベクトル場を用いたロボットの拘束運動制御”, 計測自動制御学会東北支部第 197 回研究集会, 米沢, 10 月 (2001).

野木宏樹, 渡部慶二, 羅志偉, 遠藤茂: “ペトリネットによるコンピュータシステムの制御”, 計測自動制御学会東北支部第 197 回研究集会, 米沢, 10 月 (2001).

浅黄義昭, 羅志偉, 渡部慶二, 遠藤茂: “ロボット最適運動制御の空間汎化”, 計測自動制御学会東北支部第 197 回研究集会, 米沢, 10 月 (2001).

武田知広, 渡部慶二, 羅志偉, 遠藤茂: “離散時間ビジュアルサーボイングに関する研究”, 計測自動制御学会東北支部第 197 回研究集会, 米沢, 10 月 (2001).

太田憲, Svinin M., 羅志偉, 細江繁幸: “拘束条件下でのヒトの運動の最適軌道”, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門学術講演会, 名古屋, 12 月 (2001).

山北昌毅, 浅野文彦, 釜道紀浩: “仮想受動性に基づく 2 足歩行ロボットの制御”, 機械システム制御シンポジウム, (計測自動制御学会), 東京, 3 月 (2002).

渡壁誠, 三田勝己, 平松誠治, 加藤厚生: “下肢関節可動性の立位姿勢に及ぼす影響”, 第 14 回バイオエンジニアリング講演会, 東京, 3 月 (2002).

伊藤晋彦, 渡壁誠, 赤滝久美, 三田勝己: “筋音図 (Mechanomyogram) の導出と記録”, ME とバイオサイバネティックス研究会 (MBE), 町田, 3 月 (2002).

太田憲, Svinin M., 羅志偉, 細江繁幸: “拘束条件下でのリーチング運動の最適軌道”, 第 6 回日本体力医学会東海地方会学術集会, 名古屋, 3 月 (2002).